

**TUNNEL KILN FOR FIRING CERAMIC HONEYCOMB BODIES****Patent number:** JP2001525531T**Publication date:** 2001-12-11**Inventor:****Applicant:****Classification:****- international:** *F27B9/30; F27B9/26; F27B9/30; F27B9/00; (IPC1-7):*  
*F27B9/02; C04B35/64; F27B9/26***- european:** F27B9/30B**Application number:** JP20000523507T 19981116**Priority number(s):** US19970067105P 19971202; WO1998US24385  
19981116**Also published as:**

WO9928689 (A1)

EP1042640 (A1)

EP1042640 (B1)

CN1174210C (C)

**Report a data error here**

Abstract not available for JP2001525531T

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the tunnel kiln for calcinating a ceramic honeycomb structure object : Sintering field arranged on the lower stream of a river of the carbonaceous ingredient emission field arranged on the lower stream of a river of a plenum chamber field and said plenum chamber field, and said carbonaceous ingredient emission field;

Two or more kiln trucks which suited in order to convey the ingredient sintered through said kiln;

\*\* gas network for introducing gas into said carbonaceous ingredient emission field or said plenum chamber field;

\*\*\*\*\* -- the tunnel kiln characterized by things.

[Claim 2] The tunnel kiln according to claim 1 characterized by being a network for introducing the hypoxia content gas by which said \*\* gas network contains O<sub>2</sub> [ fewer than about 20% ].

[Claim 3] The tunnel kiln according to claim 1 to which said \*\* gas network is characterized by leading effective in the impregnation section which leads effective [ each of said conduit tube ] in the interior of said emission field including a series of conduit tubes.

[Claim 4] The tunnel kiln according to claim 3 characterized by said impregnation section including the combustion burner section, the truck lower part, the head-lining arrangement section, the side-attachment-wall sections, or these combination.

[Claim 5] The tunnel kiln according to claim 1 characterized by including the conduit tube which leads effective in the impregnation section which leads effective in said plenum chamber field.

[Claim 6] The tunnel kiln according to claim 1 characterized by leading effective in the chamber with a baffle which said truck lower part is arranged under said kiln truck, and has it in said carbonaceous ingredient emission field.

[Claim 7] The tunnel kiln according to claim 2 characterized by being the nitrogen with which said hypoxia gas was condensed, or CO<sub>2</sub>.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

This application is Alan. T. Dull and Thomas S. The U.S. temporary patent application 60th / preferentialism of No. 067 or 105 by Hinkle which is entitled the tunnel kiln for ceramic honeycomb object baking and for which it applied on December 2, 1997 is asserted.

**[0002]**

This invention relates to the baking kiln which suited baking of the cellular mold ceramic object from the batch which has in more detail the problem which contains the organic substance so much about the baking kiln which suited baking of a cellular mold ceramic object.

**[0003]**

Background of invention The ceramic product of a honeycomb configuration thru/or a ceramic honeycomb structure object, i.e., a cellular mold ceramic object A raw ceramic base is created by mixing with the various carbonaceous ingredients containing the extrusion assistant and shaping assistant for forming the batch plasticized by the water list in the ceramic ingredient. This green ware was fabricated on the ceramic base of a honeycomb configuration by the extrusion of a plasticization batch, and it has been built by finally calcinating this honeycomb configuration ceramic base at fixed temperature in a firing furnace.

**[0004]**

An organic binder, a plasticizer, and lubricant, such as methyl cellulose, a carboxymethyl cellulose, polyvinyl alcohol, and stearin acid alkali, are especially contained in the extrusion assistant and shaping assistant which are used for the above-mentioned baking of a honeycomb structure object. Furthermore, the carbonaceous ingredient of others like graphite has been included in the batch as a pore formation agent.

**[0005]**

It is known that it is the oxidation, i.e., exothermic reaction, whose emission of a carbonaceous ingredient or disassembly of a carbonaceous ingredient emits a lot of heat. Exothermic reaction is started at first, the surface, i.e., the lateral part, of mold goods, and the lateral part of a ceramic object produces an initial temperature gradient with temperature higher than a core. Then, the exothermic reaction of a surface, i.e., a lateral part, ends, and an exothermic reaction field goes to the interior of wear, and dies. Since it has the cellular structure which a common base consists of a ceramic ingredient which is a good insulator, for example, cordierite, and contains many channels, it is not easy to remove heat from a ceramic object efficiently by either conduction or the convection current. Since surface area is quite large and the reaction of O<sub>2</sub> in the firing environments of a binder is furthermore promoted for cellular structure, the effect of the above-mentioned internal generation of heat gets worse further. Consequently, a ceramic object has forward or a negative temperature difference during carbonaceous ingredient emission. or [ namely, / that the core temperature of a ceramic object becomes higher than the ceramic temperature a front face and/or near the front face ] -- or it becomes low. With carbonaceous ingredients, such as an organic binder, if it starts in a 100-600-degree C temperature requirement and the raw ceramic base contains graphite, a remarkable temperature gradient will arise between the inside of mold goods, and an outside by the above-mentioned exothermic reaction started in a 500-1000-degree C temperature requirement. The stress which may make mold goods produce a crack according to this temperature gradient in mold goods occurs on a ceramic object. This phenomenon is remarkable at especially the mold goods containing large-sized cellular ceramic mold goods or a lot of organic materials.

**[0006]**

The technique for controlling and inhibiting generating and growth of a crack which are produced as a result of [ its ] the above-mentioned temperature gradient is known well. One of such the techniques includes

producing the flame which lowers the temperature of burner flame by the combustion burner, using air superfluously, and makes the temperature gradient of a product small, accompanying, and making a wear heating rate late. However, very superfluous air raises the organic substance contained in \*\*\*\*, and the oxygen which reacts to the ratio which is not desirable, therefore accelerates emission, and strengthens internal exothermic reaction. Therefore, minimization of the temperature gradient generated during organic substance emission must be attained by the baking schedule which time amount requires very much, or the baking schedule carefully fitted in the specific wear in kiln again.

[0007]

Generally use of the ambient atmosphere control in the periodic kiln for affecting carbonaceous ingredient emission is known. For example, refer to U.S. Pat. No. 4,404,166 (WICHI Junior (Wiech, Jr.)), No. 4,474,731, No. 4,661,315, and No. 4,927,577 for OOTAKA (Ohtaka) etc. (WICHI Junior etc.). (BURAUNRO (Brownlow) etc.) Although it was shown that it is effective in using the approach of these patents with periodic kiln enough, since remarkable atmospheric air (20.9% of oxygen) flows into a firing environments, generally by the tunnel kiln, it is thought that it is not effective.

[0008]

It was indicated as an approach use of the pulse baking technique as a substitute of proportionality baking also controls and controls a temperature gradient in periodic kiln. Pulse baking lowers a heating rate, without using only elevated-temperature baking burner output condition and low-temperature baking burner output condition, and using the excess air (oxygen) of a considerable amount. For example, please refer to the European Patent application No. 0709638 which is indicating the approach of calcinating a ceramic Plastic solid using the furnace which has the burner which performs a high power baking condition and a low-power output baking condition by turns. Although use of this baking technique is effective to some extent at periodic kiln and reduction of generating of a crack was obtained, in using this pulse baking technique for a tunnel kiln, there is a difficulty. It is necessary to control the atmospheric-air penetration to the organic substance emission area of kiln by the option for the patency of a tunnel kiln.

[0009]

Therefore, the purpose of this invention is quality and is by offering the tunnel kiln which has improved for using for baking of a ceramic honeycomb structure object without a crack to solve the problem of the conventional technique mentioned above.

[0010]

Outline of invention It is in the purpose of this invention offering the tunnel kiln for ceramic honeycomb structure object baking to which an above-mentioned problem can be eliminated, a short-time baking cycle and the temperature gradient between the reduced inside part of the raw honeycomb structure voxel ground and a lateral part can be maintained more, and a crack can therefore manufacture a fewer ceramic honeycomb structure object.

[0011]

The tunnel kiln for ceramic honeycomb structure object baking according to this invention includes the sintering field located in the lower stream of a river of the carbonaceous ingredient emission field located in the lower stream of a river of a plenum chamber field and a plenum chamber field, and a carbonaceous ingredient emission field. This kiln includes the connection kiln truck which suited conveyance which lets the kiln of the ingredient calcinated pass. The peculiarity of this kiln is in the gas distribution and the introductory network containing O<sub>2</sub> [ fewer than about 20% ] which have two or more induction to which each can carry and introduce gas with few oxygen contents into the firing environments of the carbonaceous ingredient emission field of kiln.

[0012]

In the above-mentioned process, gas is carried and introduced, and since kiln is designed so that high O<sub>2</sub> ambient atmosphere of an emission field can therefore be permuted, in the baking process using this kiln, the temperature gradient between surface-cores of the mitigated raw ceramic base is acquired. As for this kiln, in other words, heat deformation and crack initiation conform further by manufacture of little [ far ] baking ceramic honeycomb object.

[0013]

Detailed description An accompanying drawing is referred to in order to understand this invention better.

[0014]

This invention offers the kiln equipment for calcinating the honeycomb ceramic structure which does not have substantially harmful effect like a throat as a result of carbonaceous ingredient emission, either.

Drawing 1 is the schematic drawing of a lengthwise direction showing the gestalt of operation of the tunnel

kiln according to this invention. In the gestalt of this operation, a tunnel kiln 10 includes the plenum chamber field 12, the carbonaceous ingredient emission field 14 located in the lower stream of a river of a plenum chamber field, and the sintering field 16 located in the lower stream of a river of an emission field. The interior of the kiln of drawing 1 is heated at two or more heaters (not shown) like the combustion burner of the lot which can calcinate the raw ceramic honeycomb structure voxel ground. A ceramic honeycomb object is put on the connection kiln truck 18 which suited so that the ingredient calcinated might be conveyed through kiln.

[0015]

When drawing 2 is referred to here, the plan of the configuration of the emission field 14 of a tunnel kiln and the plenum chamber field 12 is shown especially. This tunnel kiln contains the \*\* gas network 20 for introducing into the emission field 14 gas with still few oxygen contents, and the gas which makes it the volume preferably and contains oxygen fewer than about 20%. Moreover, the \*\* gas network 20 is constituted so that said gas may be introduced or poured into the plenum chamber field 12. The emission field 14 covers carbonaceous ingredient emission at 100-600 degrees C to the appointed temperature requirement, for example, the ceramic object containing an organic binder. Extending according to the class of ceramic ingredient calcinated by the tunnel kiln can also narrow the temperature requirement of an emission field. For example, the temperature requirement of an emission field can be extended to the ceramic ingredient which contains graphite in addition to an organic binder (to 1000 degrees C).

[0016]

Said impregnation section leads including a series of \*\* gas conduit tubes by which die length generally differed, respectively and the \*\* gas network of a tunnel kiln was piped according to the individual and to which each leads effective in at least one impregnation section still more effective in the interior of the carbonaceous ingredient emission field of kiln, and/or a plenum chamber field. By minding these conduit tubes and the connection impregnation section, gas with few oxygen contents can be introduced into the firing environments of said field so that the amount of oxygen which exists in the firing environments of a carbonaceous ingredient emission field may be decreased. The location of the following [ section / which was designed so that it might lead to the interior of a tunnel kiln / impregnation ] in an emission field: Under a kiln truck, it is put on any one of a combustion burner, kiln head lining, or the kiln side attachment walls, or these combine and are placed.

[0017]

When drawing 2 is referred to further, the gestalt of desirable operation of a \*\* gas network is shown. The \*\* gas network 20 contains a series of conduit tubes 22, 24, 26, 28, and 30 which have two or more impregnation sections which lead to an emission field in the single location where each was specified, i.e., the separate conduit tube in which each has two or more impregnation sections allotted to the same field on the whole. In detail A \*\* gas network to : (1) plenum chamber the impregnation location 32 The arrangement-under conduit-tube 22; (2) truck impregnation section 34 which it has The impregnation section 42 allotted to kiln head lining of the impregnation section 40 and a lower stream of a river allotted to conduit-tube 28; and (5) kiln side attachment wall with the impregnation section 38 allotted in the conduit-tube 26; (4) burner with the impregnation section 36 allotted to kiln head lining of the conduit-tube 24; (3) inlet-port part which it has The conduit tube 30 which it has is included.

[0018]

(not shown) the gestalt of another operation -- setting -- a \*\* gas network -- difference -- that is [ two or more conduit tubes which have two or more impregnation sections from which each leads to an emission field in the combination of a location can be included ], under a burner and a truck, the location of kiln head lining and a kiln side attachment wall boils the accompanying impregnation section, respectively, and each conduit tube has it.

[0019]

The location of the number of conduit tubes and the impregnation section to the type of the actual configuration of a \*\* gas network and each configuration is based on the baking schedule used for the dimension of the presentation of a ceramic object, a dimension and a configuration, a wear load, and the cell wall object that a ceramic object has in a list and the number of cels, and a list.

[0020]

One of the advantages of the tunnel kiln configuration of this invention is the height of the degree of freedom which the oxygen level control within a firing environments is allowed. Generally it is known that the oxygen level in the carbonaceous ingredient emission field of the conventional tunnel kiln will surpass oxygen 12%, and it is considered that this oxygen level is a problem since a crack occurs at high rate for a

baking product. This equipment is controllable with a design to lower the oxygen level of the carbonaceous ingredient emission field in question from oxygen 12%. Furthermore, the tunnel kiln equipment of this invention can adjust the gas level in each conduit tube independently, and it can adjust independently the gas fed through the impregnation section so that firing-environments distribution may therefore be adjusted and the optimal firing-environments distribution can be given about various organic substance batches. In other words, feeding of gas with few oxygen contents can be controlled by an above-mentioned independent \*\* gas conduit tube and the above-mentioned impregnation section if needed, and measuring supply can be carried out by them. Oxygen level and a firing environments are defined experientially, and it depends for them on the class of ceramic object calcinated, or a presentation.

[0021]

Drawing 3 and 4 show an impregnation-under truck section field more to a detail. with [ the gestalt of desirable operation leads to the impregnation section 24 and the conduit tube 34 which are located under a truck effectively under the connection kiln truck 18 ] a baffle -- the nest to the kiln of "chamber" 44 is included. In case the side-face plate 46 is attached to the base of each kiln truck 18, and a baffle 48 is arranged every floor a kiln inlet port or near it and a truck passes kiln one after another, these "chamber" 44 are formed in the bottom of a kiln truck when a truck passes along a baffle 48 top every floor. Every floor of kiln, the baffle surpassed at least 1 of truck length thru/or 1.5 times, is preferably longer than twice and is extended. If side-face plate spacing of for example, a kiln truck is 5 feet (about 1.5m) Baffle length has a \*\*\*\*\* more desirable than at least 10 feet (about 3.0m) every floor., It is guaranteed that the baffle of the truck of at least two cars is on a baffle every floor, and always forms a "closure condition" with a baffle every floor of the above-mentioned ratio.

[0022]

About the bottom induction of a truck, the closure condition of the above-mentioned bottom chamber of a truck becomes good, so that the design of a chamber configuration and a baffle system is good. In detail, as for the design of a chamber configuration, the clearance between baffles is stopped every floor with the baffle plate of a kiln truck to the minimum. That is, every floor, in case a truck baffle passes along a baffle top every floor, a baffle is designed so that a truck baffle can be slippery in contact with a baffle every floor (die length and a configuration). The area of the clearance between the two above-mentioned closure components is kept as small as possible by this, and, therefore, minimization of capacity required for the installation to a "chamber" is guaranteed.

[0023]

If the plenum chamber field shown in drawing 2 here, i.e., the field located between the inner door of kiln and an outside door, is described, the plenum chamber impregnation conduit tube 22 leads to the impregnation section 32 of 2 sets of 2 lots containing the impregnation nozzle which countered the kiln plenum chamber side attachment wall mutually, and has been arranged effectively. These nozzles can interlock independently or mutually and can operate.

[0024]

Next, as long as it describes the combustion burner induction 38 shown in drawing 2 , such induction may contain any of the effective flow of a combustion air and direct connection, or an effective flow with another fan for the excess airs who accompanies each burner. In detail, the combustion air supply which accompanies an above-mentioned burner and an above-mentioned burner is arranged to the emission field of kiln, and covers the burning-temperature range of about 100-600 degrees C.

[0025]

Next, if the kiln inlet-port head-lining impregnation section 36 shown in drawing 2 is described, the conduit tube 26 leads to a series of impregnation nozzles 36 simply. As for these kiln head-lining section nozzles, it is desirable to be arranged at an emission start-of-region part. In the gestalt of desirable operation, it is arranged at the anterior part of the emission field which consists of five areas in which each has four impregnation nozzles to which two or more head-lining impregnation nozzles crossed head lining, and were allotted. This is shown in drawing 2 as areas 1-5 (Z1-Z5). In the area where the roof top recycling fan has been stationed, one nozzle is arranged behind each fan, and a nozzle crosses head lining of the area, it is the same field and is arranged at equal intervals in an area without a fan. The roof top conduit tube 26 has the pressure controller which can control a total air-flow rate, and, on the other hand, each of each nozzle has the balance control system which can control each of a nozzle according to an individual. The degree of freedom in gas installation is further raised by this design, and it is guaranteed that the gas of adjustable and fixed level can be sent to a firing environments so that a suitable firing environments can therefore be maintained to an emission field.

[0026]

A series of another head-lining impregnation sections 42 which are down-stream lead to a conduit tube 30 effectively, and the downstream of an emission field is equipped with them. As for this configuration, it is desirable to consist of an area of 10 containing two head-lining arrangement nozzles which are shown as areas 6-15 (Z6-Z15) and by which each has been arranged at alternate spacing. These head-lining nozzles are arranged in the head-lining location right above each (not shown) up baking burner near the side attachment wall of a tunnel kiln.

[0027]

Next, if the side-attachment-wall induction 40 is described, side-attachment-wall induction leads effective in the same conduit tube 30 as the head-lining induction arranged on the aforementioned lower stream of a river. Such side-attachment-wall induction contains the nozzle allotted in detail to the same location as the location of a side-attachment-wall (not shown) up baking burner.

[0028]

The conduit tube 30 for down-stream head-lining induction and side-attachment-wall induction as well as previous explanation equips the pressure controller list which controls a total air-flow rate with the balance control system which can control a head-lining nozzle and a side-attachment-wall nozzle according to an individual. The gas which should be introduced into each area where each nozzle has been arranged can be controlled by these side attachment walls and the head-lining nozzle according to an individual, and the degree of freedom in control of the firing environments maintained by the posterior part of an emission field is raised too.

[0029]

This tunnel kiln is especially useful to the operation of an approach suitable for baking of the cellular ceramic object from the batch which becomes the baking process according to invention indicated by the U.S. temporary patent application 60th transferred to the coincidence of copending application / No. 067 or 154, i.e., the problem which contains the organic substance so much. The approach explained to the above-mentioned application is characterized in general by the improved carbonaceous ingredient emission process including baking of the raw ceramic honeycomb structure voxel ground containing organic, i.e., a carbonaceous ingredient. It includes calcinating the raw honeycomb structure voxel ground in a firing environments with the temperature and time amount which are sufficient for starting emission of a carbonaceous ingredient and fully attaining, introducing or pouring into a firing environments the gas containing oxygen with few [ it is still more detailed and ] said emission processes than about 20% which does not contain a fluorine. if a carbonaceous ingredient will fully be emitted, with the time amount and temperature which are sufficient for starting the inversion to the baking honeycomb object of the raw ceramic honeycomb structure voxel ground further, and fully attaining, green ware can be boiled as usual and can be calcinated. As for said gas, it is desirable that the nitrogen introduced at a rate whose O<sub>2</sub> amount which exists in a firing environments becomes less than about 12% is included.

[0030]

The kiln of this invention mentioned above fits the use to baking of any ceramic ingredients which are influenced [ harmful ] by carbonaceous ingredient emission which is not controlled, and should not be exposed to an ambient atmosphere with many contents of oxygen during said emission. Although there are cordierite and an alumina content ceramic in a typical ceramic ingredient, it is not limited to these.

[0031]

An example using the approach explained by the kiln of this invention and the above-mentioned baking approach in full detail of suitable actuation is as follows. The ambient atmosphere which was rich in nitrogen is supplied to the areas 2-12 of the plenum chamber field shown in drawing 2 , and the emission field of a tunnel kiln. The emission field of a tunnel kiln is divided into the area of 15 here. The nitrogen volume introduced into a plenum chamber field through a head-lining nozzle simple again in the areas 2 and 3 of an emission field at the areas 6-12 of an emission field through a head-lining induction nozzle through the bottom induction of a truck to the area 5 of an emission field (mentioned to Table I by the cubic-feet unit (cfh) and cube metric unit (m<sup>3</sup>/h) per hour.) The controlled atmosphere which was rich in nitrogen, and the controlled atmosphere containing 97.0% of nitrogen generated by making a diaphragm mold oxygen eliminator pass atmospheric air in detail, It is introduced through a \*\* gas network. The average percentage of the oxygen which exists in each of a carbonaceous ingredient emission area (1-15) as a result of nitrogen installation is also mentioned to Table I. Such oxygen level expresses the oxygen level to which heat deformation and crack initiation were suitable for manufacture of little [ far ] baking ceramic object.

[0032]

[Table 1]

表 I

窒素 導入部	注入ポート 位置	焼成実験 1 : 窒素導入量		O <sub>2</sub> (%)
		(cfh)	(m <sup>3</sup> /h)	
前室	前室	10,000	283.2	12.9
区域 2 及び 3	台車下	5,000	141.6	12.0
区域 5	クラウンファン	4,000	113.3	10.1
区域 6	天井	2,000	56.6	--
区域 7	天井	2,000	56.6	8.4
区域 8	天井	2,000	56.6	--
区域 9	天井	2,000	56.6	11.1
区域 10	天井	2,000	56.6	--
区域 11	天井	2,000	56.6	12.0
区域 12	天井	2,000	56.6	--
区域 13				13.8
区域 15				12.8

Although the above-mentioned invention was explained about the gestalt of that desirable operation, naturally various alterations of the gestalt of this operation are clear to this contractor from examination of this specification, and such an alteration comments on having the intention of including as what enters within the limits of an application for patent. For example, it is considered that use of various nozzle dimensions for affecting distribution and mixing of introductory gas and the hypoxia content (or anoxia) gas of various classes is within the limits of this invention.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]

It is the lengthwise direction Fig. of the tunnel kiln equipment according to this invention. [Drawing 2]

It is the simple plan showing the tunnel kiln equipment according to this invention. [Drawing 3]

It is the schematic drawing showing the bottom chamber structure of a truck of the emission field of the tunnel kiln equipment according to this invention. [Drawing 4]

It is the cross-sectional view showing the bottom chamber structure of a truck of the emission field of the tunnel kiln equipment according to this invention. [Description of Notations]

10 Tunnel Kiln Head-Lining Impregnation Section 12 Plenum Chamber Field 14 Carbonaceous Ingredient Emission Field 16 Sintering Field 18 Kiln Truck 20 \*\* Gas Network 22, 24, 26, 28, 30 Conduit Tube 32 Plenum Chamber Impregnation Section 34 Impregnation-under Truck Section 36 38 Combustion Burner Impregnation Section 40 Side-Attachment-Wall Impregnation Section

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

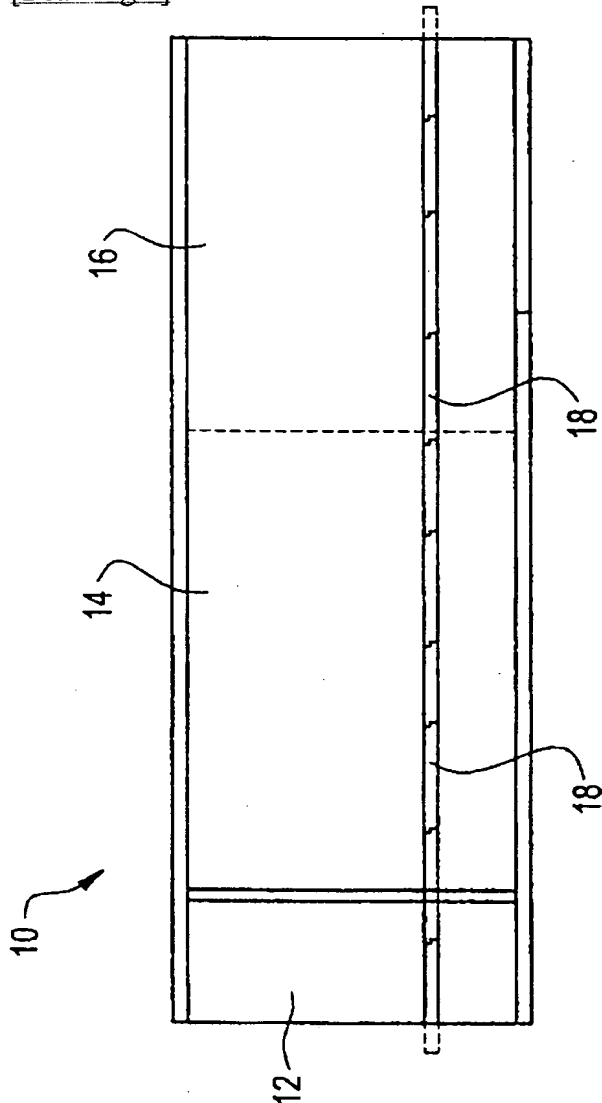
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

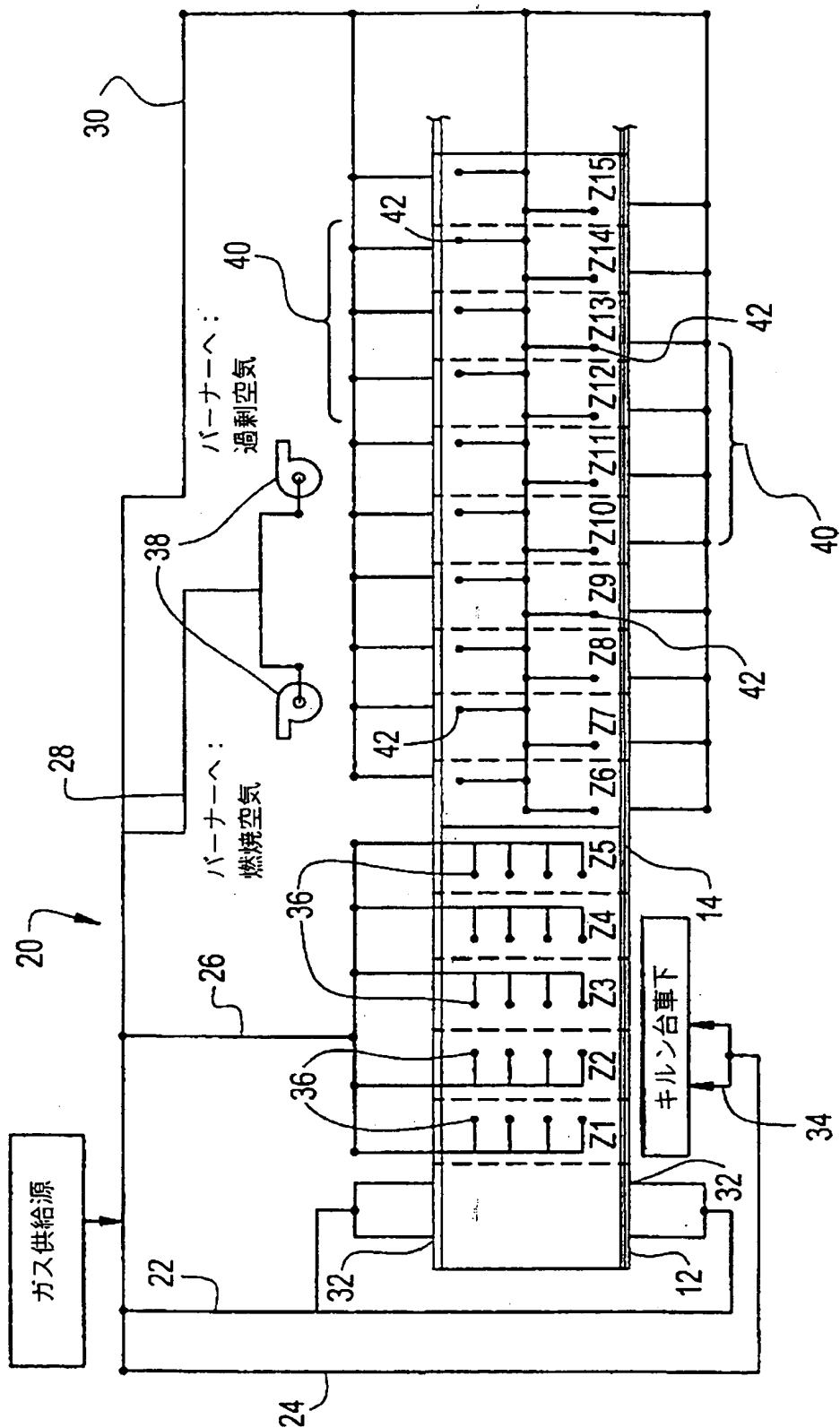
DRAWINGS

---

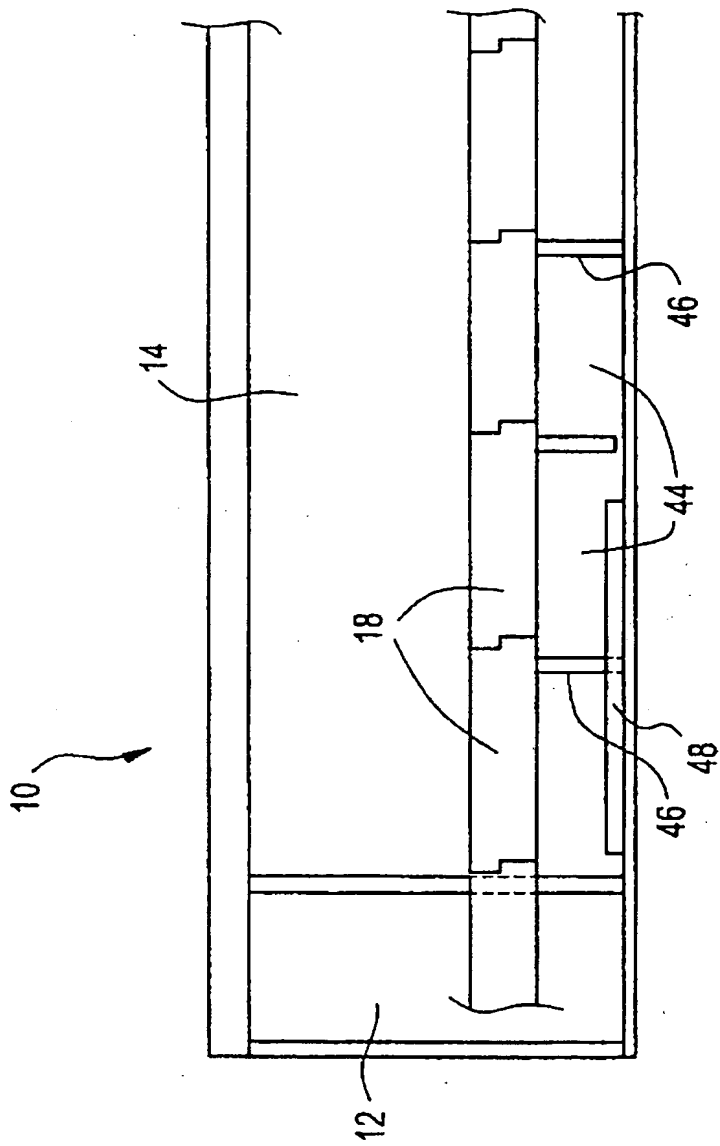
[Drawing 1]



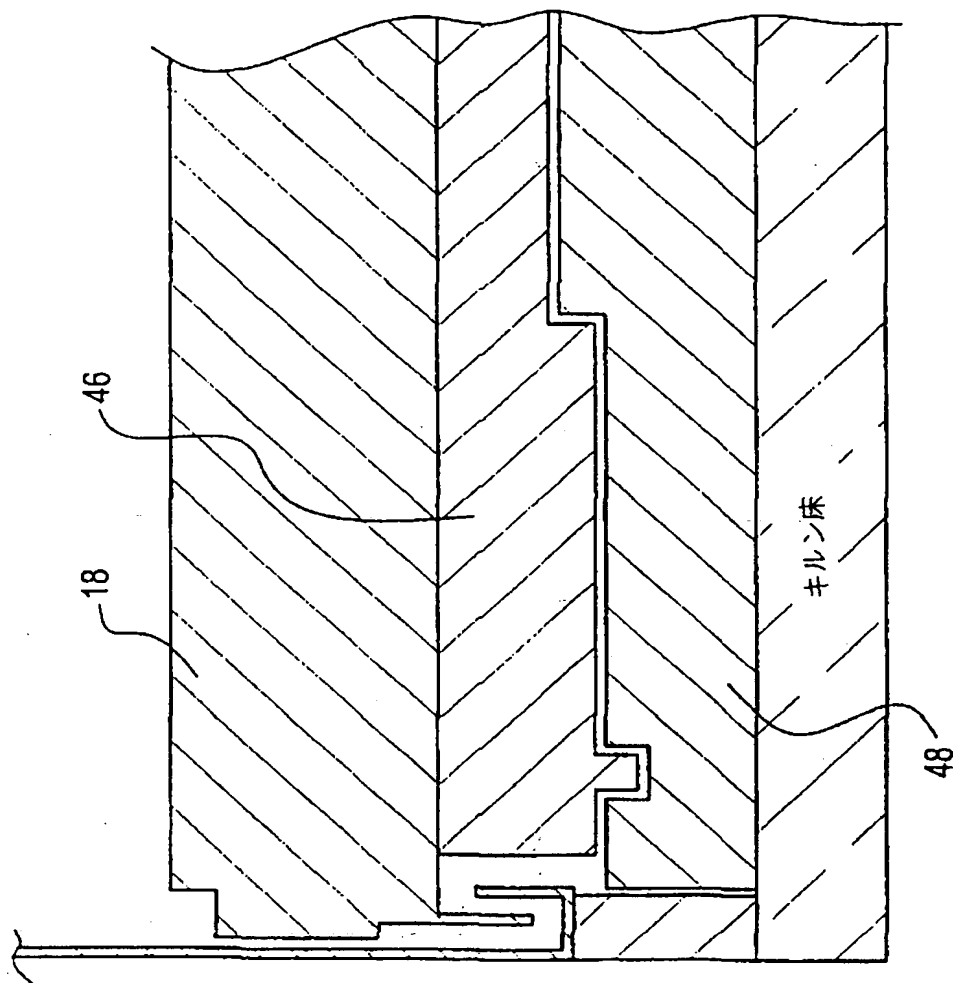
[Drawing 2]



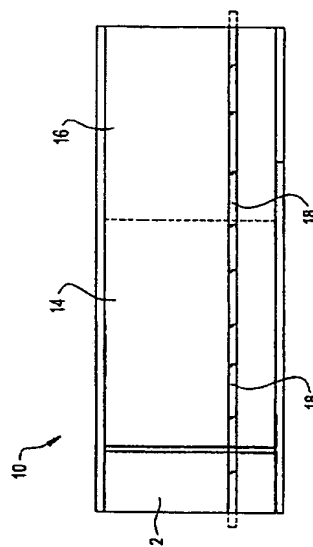
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 セラミックハニカム構造体を焼成するためのトンネルキルンにおいて：

前室領域、前記前室領域の下流に配置された炭素質材料放出領域及び前記炭素質材料放出領域の下流に配置された焼結領域；

焼結される材料を前記キルンを通して搬送するために適合された複数のキルン台車；

前記炭素質材料放出領域または前記前室領域にガスを導入するための配ガス系統；

を含むことを特徴とするトンネルキルン。

【請求項2】 前記配ガス系統が約20%より少ない $O_2$ を含む低酸素含有ガスを導入するための系統であることを特徴とする請求項1記載のトンネルキルン。

【請求項3】 前記配ガス系統が一連のコンジットを含み、前記コンジットのそれぞれが前記放出領域の内部に有効に通じる注入部に有効に通じていることを特徴とする請求項1記載のトンネルキルン。

【請求項4】 前記注入部が燃焼バーナー部、台車下部、天井配置部、側壁部、またはこれらの組合せを含むことを特徴とする請求項3記載のトンネルキルン。

【請求項5】 前記前室領域に有効に通じる注入部に有効に通じるコンジットを含むことを特徴とする請求項1記載のトンネルキルン。

【請求項6】 前記台車下部が前記キルン台車の下に配置され、前記炭素質材料放出領域内にある、バッフル付チャンバに有効に通じていることを特徴とする請求項1記載のトンネルキルン。

【請求項7】 前記低酸素ガスが濃縮された窒素または $CO_2$ であることを特徴とする請求項2記載のトンネルキルン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本出願は、Alan T. DullおよびThomas S. Hinkleによる、セラミックハニカム体焼成用トンネルキルンと題する、1997年12月2日に出願された米国仮特許出願第60/067, 105号の特恵を主張する。

## 【0002】

本発明はセルラ型セラミック体の焼成に適合された焼成キルンに関し、さらに詳しくは、有機物を多量に含有する問題のあるバッチからのセルラ型セラミック体の焼成に適合された焼成キルンに関する。

## 【0003】

発明の背景

ハニカム形状のセラミック製品ないしセラミックハニカム構造体、すなわちセルラ型セラミック体は、セラミック材料を水並びに、可塑化されたバッチを形成するための押出助剤及び成形助剤を含む種々の炭素質材料と混合することにより生セラミック素地を作成し、この生素地を可塑化バッチの押出しによりハニカム形状のセラミック素地に成形し、最後に焼成炉内でこのハニカム形状セラミック素地を既定の温度で焼成することによりつくられてきた。

## 【0004】

ハニカム構造体の上記焼成に用いられる押出助剤及び成形助剤には特に、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコール、ステアリン酸アルカリ等のような、有機結合剤及び可塑剤及び潤滑剤が含まれる。さらに、グラファイトのようなその他の炭素質材料が細孔形成剤としてバッチに含められてきた。

## 【0005】

炭素質材料の放出または炭素質材料の分解が、大量の熱を放出する酸化すなわち発熱反応であることが知られている。発熱反応は初め成形品の表層すなわち外側部分でおこり、セラミック体の外側部分がコアより温度が高い初期温度差を生じる。引き続いて、表層すなわち外側部分の発熱反応は終結し、発熱反応領域は

ウェアの内部に進んでゆく。一般的な基体は良好な絶縁体であるセラミック材料、例えばコーゼライトからなり、多数のチャンネルを含むセルラ構造をもつから、伝導または対流のいずれによってもセラミック体から熱を効率的に除去することは容易ではない。さらにセルラ構造のために表面積がかなり大きく結合剤の焼成雰囲気中の $O_2$ との反応が促進されるため、上記の内部発熱の影響がさらに悪化する。その結果、炭素質材料放出中にセラミック体は正または負の温度差をもつ。すなわちセラミック体のコア温度は表面及び／または表面近傍のセラミック温度より高くなるかあるいは低くなる。有機結合剤等のような炭素質材料では100～600℃の温度範囲でおこり、生セラミック素地が例えばグラファイトを含んでいれば、500～1000℃の温度範囲でおこる上記発熱反応により、成形品の内側と外側の間にかなりの温度差が生じる。成形品内のこの温度差により成形品にクラックを生じさせ得る応力がセラミック体に発生する。この現象は大型セルラセラミック成形品あるいは多量の有機材料を含有する成形品で特に著しい。

#### 【0006】

上記温度差及びその結果生じるクラックの発生及び成長を制御し抑止するための技法がよく知られている。そのような技法の1つは、燃焼バーナーで空気を過剰に用いてバーナー炎の温度を低めて製品の温度勾配を小さくする炎を生じさせ、付随してウェア加熱速度を遅くすることを含む。しかし非常に過剰な空気は雰囲気中に含まれる有機物と反応する酸素を望ましくない比率まで高め、よって放出を加速し、内部発熱反応を強める。したがって有機物放出中に発生する温度差の最小化は、非常に時間のかかる焼成スケジュール、あるいはまたキルン内の特定のウェアに慎重に適合させた焼成スケジュールにより達成されなければならない。

#### 【0007】

炭素質材料放出に影響を及ぼすための周期キルンにおける雰囲気制御の使用は一般に知られている。例えば、米国特許第4,404,166号（ウィーチ・ジュニア（Wiech, Jr.））、第4,474,731号（ブラウンロー（Brownlow）等）、第4,661,315号（ウィーチ・ジュニア等）、及び第4,927,577号



(オオタカ (Ohtaka) 等) を参照されたい。これらの特許の方法は周期キルンで用いるに十分有効であることが示されていたが、かなりの大気(酸素20.9%)が焼成雰囲気に入ることから、トンネルキルンでは有効ではないと一般に考えられている。

#### 【0008】

比例焼成の代わりとしてのパルス焼成技術の使用も、周期キルンにおいて温度勾配を制御し抑制する方法として開示された。パルス焼成は高温焼成バーナー出力条件及び低温焼成バーナー出力条件のみを使用し、相当量の過剰空気(酸素)を使用することなく加熱速度を下げる。例えば、高出力焼成状態と低出力焼成状態を交互に行うバーナーを有する炉を用いてセラミック成形体を焼成する方法を開示している、ヨーロッパ特許出願第0709638号を参照されたい。この焼成技術の使用は周期キルンである程度有効でありクラックの発生を低減が得られてはいたが、このパルス焼成技法をトンネルキルンに用いる場合には難点がある。トンネルキルンの開放性のため、キルンの有機物放出区域への大気進入を別の方法によって抑制する必要がある。

#### 【0009】

したがって本発明の目的は、高品質でクラックのないセラミックハニカム構造体の焼成に用いるための改善されたトンネルキルンを提供することにより、上述した従来技術の問題を解決することにある。

#### 【0010】

#### 発明の概要

本発明の目的は上述の問題を排除し、より短時間の焼成サイクル及び低減された生ハニカム構造体素地の内側部分と外側部分との間の温度差を維持することができ、よって、クラックがより少ないセラミックハニカム構造体を製造できる、セラミックハニカム構造体焼成用トンネルキルンを提供することにある。

#### 【0011】

本発明に従うセラミックハニカム構造体焼成用トンネルキルンは、前室領域、前室領域の下流に位置する炭素質材料放出領域及び炭素質材料放出領域の下流に位置する焼結領域を含む。本キルンは、焼成される材料のキルンを通しての搬送

に適合した、連結キルン台車を含む。本キルンの独自性は、約20%より少ない $O_2$ を含む、酸素含有量が少ないガスを、キルンの炭素質材料放出領域の焼成雰囲気中にそれぞれが運んで導入することができる複数の導入部を有するガス分配及び導入系統にある。

#### 【0012】

上記プロセスにおいては、ガスが運ばれて導入され、よって放出領域の高 $O_2$ 雰囲気を置換できるようにキルンが設計されているから、本キルンを用いる焼成プロセスでは軽減された生セラミック素地の表層ーコア間温度差が得られる。言い換えれば、本キルンは熱変形及びクラック発生がはるかに少ない焼成セラミックハニカム体の製造により一層適合されている。

#### 【0013】

##### 発明の詳細な説明

本発明をより良く理解するために、添付図面を参照する。

#### 【0014】

本発明は、炭素質材料放出の結果としてのどのような有害な影響も実質的に与えることのない、ハニカムセラミック構造体を焼成するためのキルン装置を提供する。図1は、本発明に従うトンネルキルンの実施の形態を示す縦方向の略図である。この実施の形態において、トンネルキルン10は前室領域12、前室領域の下流に位置する炭素質材料放出領域14、及び放出領域の下流に位置する焼結領域16を含む。図1のキルンの内部は、生セラミックハニカム構造体素地を焼成できる一組の燃焼バーナーのような、複数の（図示されていない）ヒーターにより加熱される。セラミックハニカム体は焼成される材料をキルンを通して搬送するように適合された連結キルン台車18に載せられる。

#### 【0015】

ここで図2を参照すると、トンネルキルンの放出領域14及び前室領域12の構成の上面図がとりわけて示される。このトンネルキルンはさらに、酸素含有量の少ないガス、好ましくは体積にして約20%より少ない酸素を含むガスを放出領域14に導入するための配ガス系統20を含む。また配ガス系統20は、前室領域12に前記ガスを導入または注入するように構成される。放出領域14は定

められた温度範囲、例えば有機結合剤を含むセラミック体に対しては100～600℃での炭素質材料放出をカバーする。放出領域の温度範囲はトンネルキルンで焼成されるセラミック材料の種類に応じて広げることも狭めることもできる。例えば有機結合剤に加えてグラファイトを含むセラミック材料に対しては、放出領域の温度範囲は(1000℃まで) 広げられる。

#### 【0016】

トンネルキルンの配ガス系統は一般に、それぞれ長さが異なり、個別に配管された、それぞれが少なくとも1つの注入部に有効に通じる一連の配ガスコンジットを含み、前記注入部はさらにキルンの炭素質材料放出領域及び／または前室領域の内部に有効に通じる。これらのコンジット及び連結注入部を介することにより、炭素質材料放出領域の焼成雰囲気中に存在する酸素量を減少させるように、酸素含有量の少ないガスを前記領域の焼成雰囲気に導入できる。トンネルキルンの内部と通じるように設計された注入部は、放出領域内の以下の位置：キルン台車下、燃焼バーナー、キルン天井、またはキルン側壁のいずれか1つに置かれるかまたはこれらが組み合わせて置かれる。

#### 【0017】

図2をさらに参照すると、配ガス系統の好ましい実施の形態が示される。配ガス系統20は、それぞれが指定された単一の位置で放出領域に通じる複数の注入部を有する一連のコンジット22, 24, 26, 28, 及び30、すなわち、同一の総体的領域に配された複数の注入部をそれぞれがもつ別々のコンジットを含む。詳しくは、配ガス系統は：(1) 前室に注入位置32をもつコンジット22；(2) 台車下配置注入部34をもつコンジット24；(3) 入口部分のキルン天井に配された注入部36をもつコンジット26；(4) バーナー内に配された注入部38をもつコンジット28；及び(5) キルン側壁に配された注入部40と下流のキルン天井に配された注入部42とをもつコンジット30を含む。

#### 【0018】

(図示されていない) 別の実施の形態において、配ガス系統は相異なる位置の組合せで放出領域にそれぞれが通じる複数の注入部を有する複数のコンジットを含むことができるすなわち、それぞれのコンジットは、付随する注入部をバーナ

一、台車下、キルン天井、及びキルン側壁の位置のそれぞれに有する。

【0019】

配ガス系統の実際の構成、それぞれの構成のタイプに対するコンジット数及び注入部の位置は、セラミック体の組成、寸法及び形状、ウエア荷重、並びにセラミック体のもつセル壁体の寸法及びセル数、並びに用いられる焼成スケジュールに基づく。

【0020】

本発明のトンネルキルン構成の利点の1つは、焼成雰囲気内の酸素レベル制御に許される自由度の高さである。一般に、従来のトンネルキルンの炭素質材料放出領域における酸素レベルは12%酸素をこえることが知られており、この酸素レベルは焼成製品に高率でクラックが発生することから問題であるとみなされている。本装置は設計のままで、問題の炭素質材料放出領域の酸素レベルを12%酸素より下げるように制御できる。さらに本発明のトンネルキルン装置は、それぞれのコンジット内のガスレベルを独立に調節でき、よって焼成雰囲気分布を調整して様々な有機物バッチについて最適の焼成雰囲気分布を与えることができるように、注入部を介して送入されるガスを独立に調節できる。言い換えれば、上記の独立配ガスコンジット及び注入部により、酸素含有量の少ないガスの送入を必要に応じて制御し、計量供給することができる。酸素レベル及び焼成雰囲気は経験的に定められ、焼成されるセラミック体の種類または組成に依存する。

【0021】

図3及び4は、台車下注入部領域をより詳細に示す。好ましい実施の形態は、連結キルン台車18の下で、台車下に位置する注入部24及びコンジット34と有効に通じている、バッフル付“チャンバ”44のキルンへの組込みを含む。この“チャンバ”44は各キルン台車18の底面に側面板46を付け、またキルン入口またはその近くに床置きバッフル48を配置して、台車が次々にキルンを通過する際に台車が床置きバッフル48の上を通るようにすることにより、キルン台車の下に形成される。キルンの床置きバッフルは、台車長の少なくとも1ないし1.5倍をこえて、好ましくは2倍よりも長く、伸びている。例えばキルン台車の側面板間隔が5フィート（約1.5m）であれば、床置きバッフル長は少な

くとも10フィート（約3.0m）より長いことが好ましい。上記比率の床置きバッフルにより、常に少なくとも2両の台車のバッフルが床置きバッフル上にあつて、常に“封止状態”を形成することが保証される。

#### 【0022】

台車下導入部に関しては、チャンバ形状及びバッフルシステムの設計が良いほど、上記台車下チャンバの封止状態は良好となる。詳しくは、チャンバ形状の設計はキルン台車のバッフル板と床置きバッフルとの間の隙間が最小限に抑えられるようになっていなければならない。すなわち床置きバッフルは、台車バッフルが床置きバッフルの上を通る際に台車バッフルが床置きバッフルに接して滑ることができるように、（長さ及び形状が）設計される。このことにより、上記2つの封止部品間の隙間の面積は可能な限り小さく保たれ、よって“チャンバ”への導入に必要なガス量の最小化が保証される。

#### 【0023】

ここで図2に示される前室領域、すなわちキルンの内扉と外扉の間に位置する領域について述べれば、前室注入コンジット22が、キルン前室側壁に互いに対向して配置された注入ノズルを含む二組の2つ一組の注入部32と有効に通じる。これらのノズルは独立にあるいは互いに連動して作動することができる。

#### 【0024】

次に図2に示される燃焼バーナー導入部38について述べれば、これらの導入部は燃焼空気と直結の有効な導通、またはそれぞれのバーナーに付随する別の過剰空気用ファンとの有効な導通のいずれを含んでいてもよい。詳しくは、上記のバーナー及びバーナーに付随する燃焼空気源はキルンの放出領域に配置されて、約100～600℃の焼成温度範囲をカバーする。

#### 【0025】

次に図2に示されるキルン入口天井注入部36について述べれば、コンジット26が一連の注入ノズル36と単純に通じている。これらのキルン天井部ノズルは放出領域の始まり部分に配置されることが好ましい。好ましい実施の形態においては、複数の天井注入ノズルが、天井を横切って配された4個の注入ノズルをそれぞれがもつ5つの区域からなる、放出領域の前部に配置される。このことが

図2に区域1～5（Z1～Z5）として示される。屋根上再循環ファンが配置された区域においては1個のノズルがそれぞれのファンの背後に配置され、ファンのない区域ではノズルはその区域の天井を横切って同じ面で等間隔に配置される。屋根上コンジット26は全送気量を制御できる圧力制御装置を有し、一方個々のノズルのそれぞれは、ノズルのそれぞれを個別に制御できるバランス制御システムをもつ。この設計によりガス導入における自由度がさらに高められ、よって適切な焼成雰囲気放出領域に維持できるように可変及び既定のレベルのガスを焼成雰囲気に送り得ることが保証される。

#### 【0026】

下流にある別の一連の天井注入部42がコンジット30と有効に通じ、放出領域の下流部に備えられる。この構成は、区域6から15（Z6～Z15）として示される、それぞれが互い違いの間隔で配置された2個の天井配置ノズルを含む10の区域からなることが好ましい。これらの天井ノズルは、トンネルキルンの側壁近くの、それぞれの（図示されていない）上部焼成バーナーの真上の天井位置に配置される。

#### 【0027】

次に側壁導入部40について述べれば、側壁導入部は前記の下流に配置された天井導入部と同じコンジット30に有効に通じる。これらの側壁導入部は詳しくは、（図示されていない）側壁上部焼成バーナーの位置と同じ位置に配されたノズルを含む。

#### 【0028】

先の説明と同様に、下流の天井導入部及び側壁導入部のためのコンジット30も、全送気量を制御する圧力制御装置並びに天井ノズル及び側壁ノズルを個別に制御できるバランス制御システムを備える。これらの側壁及び天井ノズルにより、それぞれのノズルが配置された各区域に導入されるべきガスを個別に制御でき、放出領域の後部に維持される焼成雰囲気の制御における自由度をやはり高める。

#### 【0029】

本トンネルキルンは、同時係属出願の、同時に譲渡された米国仮特許出願第6

0/067, 154号に開示される発明に従う焼成プロセス、すなわち有機物を多量に含有する問題となるバッチからのセラセラミック体の焼成に適した方法の実施に、特に有用である。上記出願に説明される方法は概ね、有機すなわち炭素質材料を含有する生セラミックハニカム構造体素地の焼成を含み、改善された炭素質材料放出工程を特徴とする。さらに詳しくは、前記放出工程は、約20%より少ない酸素を含む、フッ素を含まないガスを焼成雰囲気中に導入または注入しながら、炭素質材料の放出を開始し十分に達成するに足る温度及び時間をもって焼成雰囲気中で生ハニカム構造体素地を焼成することを含む。炭素質材料が十分に放出されてしまえば、さらに生セラミックハニカム構造体素地の焼成ハニカム体への転化を開始し十分に達成するに足る時間及び温度をもって生素地を従来通りに焼成することができる。前記ガスは、焼成雰囲気中に存在する $O_2$ 量が約12%より少なくなるような速度で導入される窒素を含むことが好ましい。

#### 【0030】

上述した本発明のキルンは、制御されない炭素質材料放出により有害な影響を受け、また前記放出中に酸素の含有量が多い雰囲気さらされるべきではない、どのようなセラミック材料の焼成への使用にも適している。代表的なセラミック材料には、例えばコージュライト及びアルミナ含有セラミックがあるが、これらには限定されない。

#### 【0031】

本発明のキルン及び前述の焼成方法に詳述された方法を利用する適当な操作の一例は以下の通りである。窒素に富んだ雰囲気が、図2に示される前室領域及びトンネルキルンの放出領域の区域2～12に供給される。ここでトンネルキルンの放出領域は15の区域に分けられている。前室領域に、台車下導入部を介して放出領域の区域2及び3に、天井導入部ノズルを介して放出領域の区域5に、また単純な天井ノズルを介して放出領域の区域6～12に導入される窒素量が（1時間あたりの立方フィート単位（cfh）及び立方メートル単位（ $m^3/h$ ）で表Iに挙げられている。窒素に富んだ雰囲気ガス、詳しくは、隔膜型酸素分離器に大気を通過させることにより生成された97.0%の窒素を含む雰囲気ガスが、配ガス系統を介して導入される。表Iには窒素導入の結果として炭素質材料

放出区域（1～15）のそれぞれに存在する酸素の平均比率も挙げられている。  
これらの酸素レベルは熱変形及びクラック発生がはるかに少ない焼成セラミック  
体の製造に適した酸素レベルを表わしている。

【0032】

【表1】

表 I

窒素 導入部	注入ポート 位置	焼成実験 1：窒素導入量		O <sub>2</sub> (%)
		(cfh)	(m <sup>3</sup> /h)	
前室	前室	10,000	283.2	12.9
区域 2 及び 3	台車下	5,000	141.6	12.0
区域 5	クラウンファン	4,000	113.3	10.1
区域 6	天井	2,000	56.6	--
区域 7	天井	2,000	56.6	8.4
区域 8	天井	2,000	56.6	--
区域 9	天井	2,000	56.6	11.1
区域 10	天井	2,000	56.6	--
区域 11	天井	2,000	56.6	12.0
区域 12	天井	2,000	56.6	--
区域 13				13.8
区域 15				12.8

上記の発明をその好ましい実施の形態に関して説明したが、当業者には本明細書の検討からこの実施の形態の様々な改変が明らかであることは当然であって、そのような改変は特許請求の範囲内に入るものとして包含することが意図されていることを注記する。例えば導入ガスの分布及び混合に影響を与えるための様々なノズル形状及び様々な種類の低酸素含有（または無酸素）ガスの使用は、本発明の範囲内にあると見なされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に従うトンネルキルン装置の縦方向図である

【図2】

本発明に従うトンネルキルン装置を示す簡略な上面図である

【図3】

本発明に従うトンネルキルン装置の放出領域の台車下チャンバ構造を示す略図



である

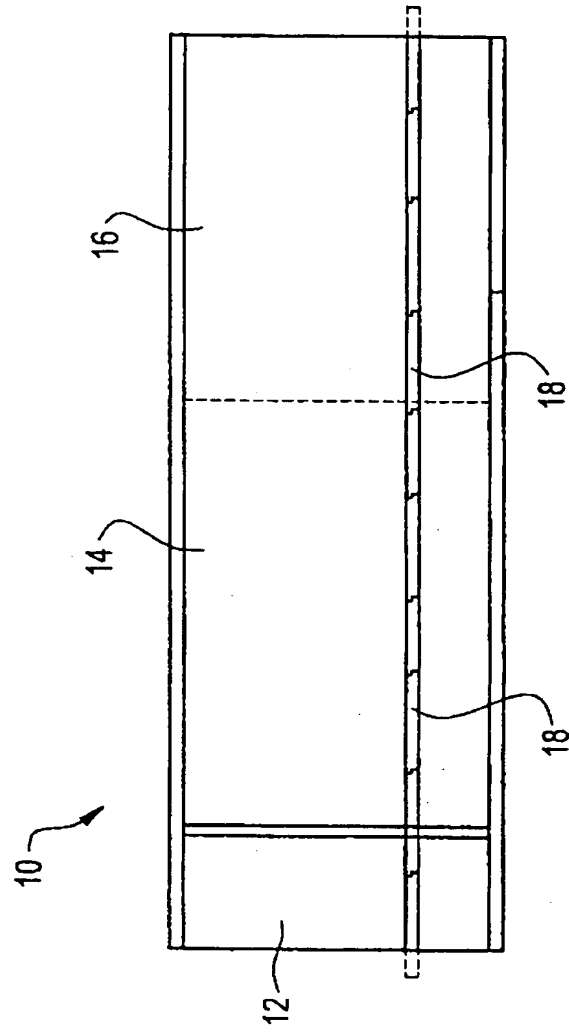
【図4】

本発明に従うトンネルキルン装置の放出領域の台車下チャンバ構造を示す横断面図である

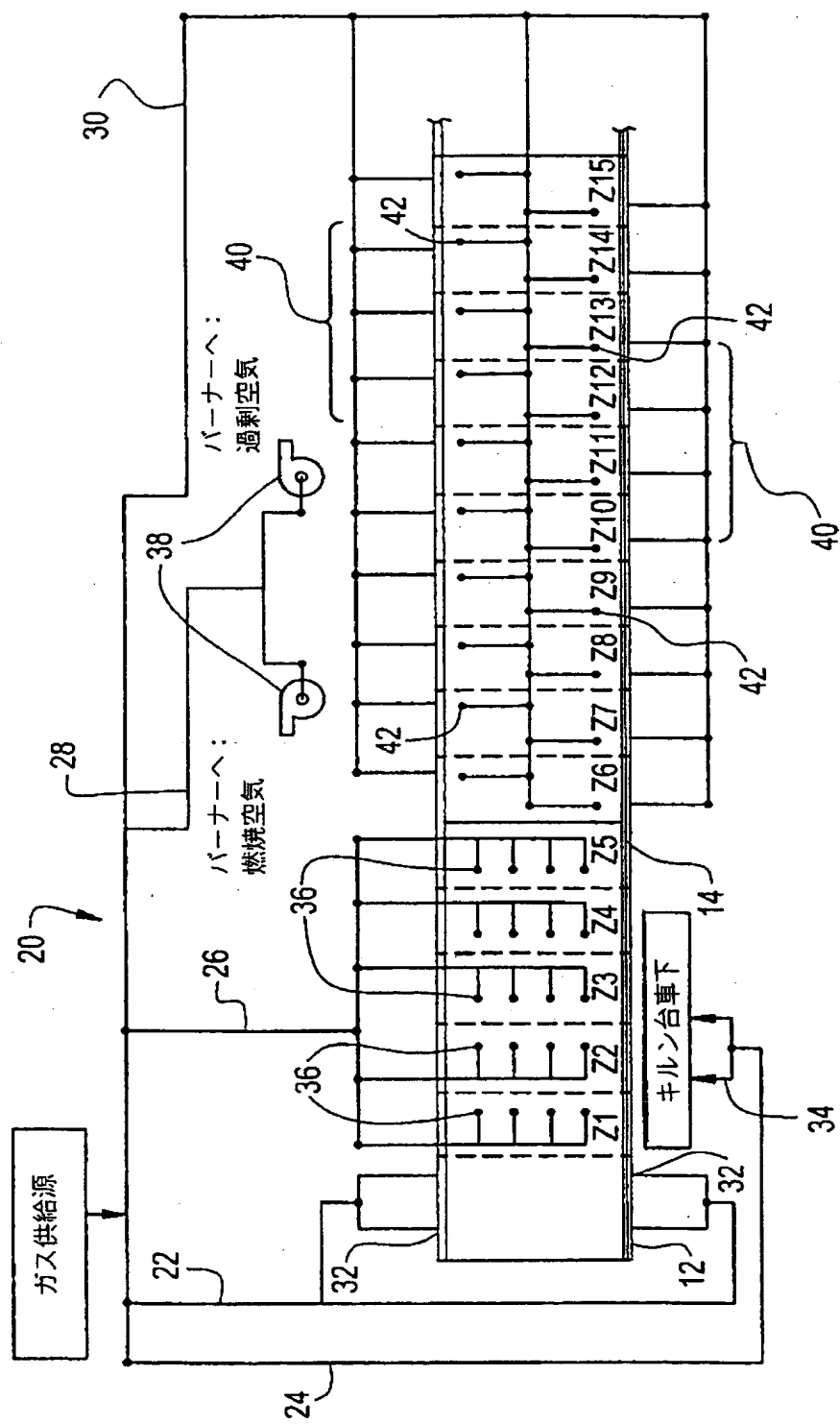
【符号の説明】

- 10 トンネルキルン
- 12 前室領域
- 14 炭素質材料放出領域
- 16 焼結領域
- 18 キルン台車
- 20 配ガス系統
- 22, 24, 26, 28, 30 コンジット
- 32 前室注入部
- 34 台車下注入部
- 36 天井注入部
- 38 燃焼バーナー注入部
- 40 側壁注入部

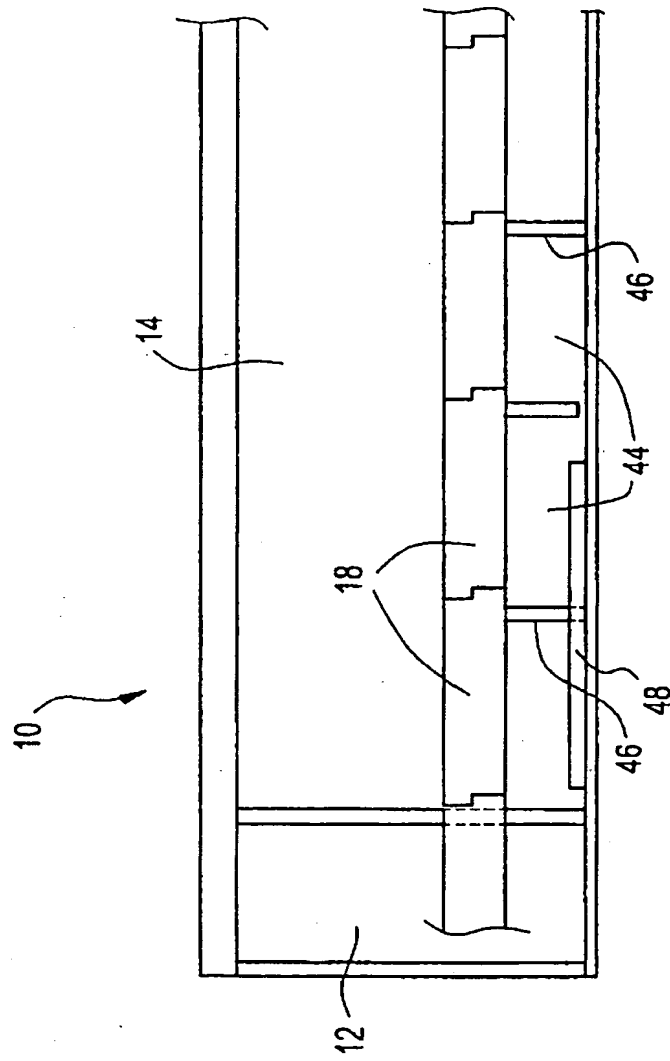
【図1】



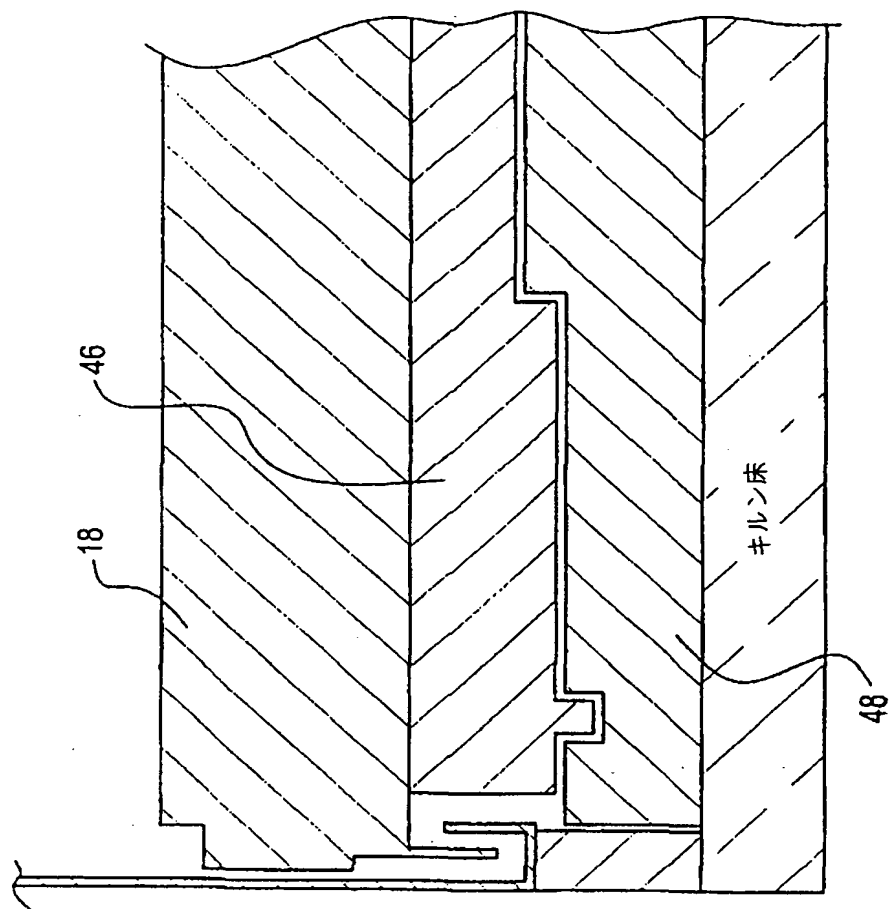
【図2】



【図3】



【図4】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US98/24385
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) : F27B 9/02, 9/26 US CL : 432/11, 13, 128, 133, 137, 241 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 432/11, 13, 128, 133, 137, 241 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) APS search terms: tunnel kiln, gas distribution		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,044,944 A (FURUYA et al) 03 SEPTEMBER 1991, See Abstract & Figure 1.	1-7
Y	US 4,884,969 A (KOLLN et al) 05 DECEMBER 1989, SEE Figures 1-4	1, 3-6
Y	US 3,744,965 A (REMMEY et al) 10 JULY 1973, SEE Figures 1-2	1, 3-6
Y	US 4,990,086 A (EUSTACCHIO) 05 FEBRUARY 1991, SEE entire document.	4
A	US 5,266,027 A (KUWAYAMA) 30 NOVEMBER 1993, SEE entire document.	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier documents published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 JANUARY 1999		Date of mailing of the international search report 25 FEB 1999
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer <i>Gregory A. Wilson</i> GREGORY A. WILSON Telephone No. (703) 308-1239